

# **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА ПОД ЗАКАЛКУ НА ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В СТАЛИ Р6М5 В ОБЛАСТИ ПЕРИТЕКТИЧЕСКОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ**

**Смотеско Виктория Викторовна**

*Руководитель – доцент, к.т.н. Федоркова Наталья Николаевна*

*Соруководитель – н.с. Балакин Александр Анатольевич*

Национальная металлургическая академия Украины, г.Днепропетровск

e-mail: [fedorkova2009@rambler.ru](mailto:fedorkova2009@rambler.ru)

При производстве инструмента из быстрорежущих сталей весьма важной и непростой задачей является получение изделий с однородным составом и равномерным распределением структурных составляющих, а значит, и свойств, по всему сечению.

Отличительная особенность современных легированных сталей состоит в том, что, имея сложный химический состав, они характеризуются многостадийным процессом затвердевания, предполагающим последовательное осуществление ряда фазовых превращений [1].

Данная работа посвящена процессам структурообразования в стали Р6М5 в области перитектического превращения, которое по распространенности в металлических системах не уступает эвтектическому. Влияние перитектической реакции на структурные характеристики сталей в твердом состоянии определяется их составом и возрастает с повышением степени легированности. Наличие в химическом составе стали таких элементов как хром, молибден, вольфрам, ванадий и других эффективно влияет на кинетику перитектического превращения, часто делая его основополагающим в формировании комплекса свойств затвердевшего металла.

Получение опытных образцов, отражающих высокотемпературное состояние стали, осуществляли на экспериментальной установке, конструкция которой состоит из вакуумной печи с закалочной емкостью [2]. В результате были получены образцы массой 1-1,3 г для изучения параметров микроструктуры зафиксированного твердо-жидкого состояния стали методом закалки от температур 1000°C, 1100°C, 1200°C, 1250°C, 1300°C, 1350°C, 1400°C, 1450°C.

Качественный металлографический анализ проводили с помощью оптического микроскопа OPTON AXIOMAT (Германия) при увеличениях 100, 250 и 500 крат.

Исследование микроструктуры образцов, закаленных от температур 1100 и 1200°C показало, что нагрев металла в печи был недостаточный и расплавление образцов не было достигнуто. Изменились лишь размерные показатели структурных составляющих.

Начиная с температур 1200°C в структуре наблюдали качественное изменения. Результаты исследования микроструктуры быстрозакаленной стали Р6М5 показали, что с повышением температуры нагрева под закалку размеры кристаллов (зерен) меняют форму и размеры.

Так, после закалки от температур 1200, 1250 и 1300°C (рис. 1 а,б,в) можно было наблюдать ячеистую структуру из зерен  $\delta$ -феррита округлой (или близкой к таковой) формы крупных размеров с окантовкой из аустенита, получившегося при закалке образовавшейся при нагреве жидкой прослойки. При исследовании данной структуры с помощью РЭМ при  $\times 8000$  было установлено, что прослойка состоит из мелкодисперсных карбидных фаз, сросшихся в конгломерат из карбидов разного состава, а значит, разной формы и морфологии.

Дальнейшее повышение температуры нагрева до 1350°C способствовало значительному измельчению ячеистой структуры (рис. 1г), что привело к формированию дисперсной структуры, в которой началась перестройка ячеистой структуры в дендритную.

Повышение температуры до 1400 и 1450°C привело к формированию дендритной структуры, степень дисперсности которой возрастала с повышением температуры нагрева стали под закалку (рис. 1 д,е). Жидкий металл, имеющийся на начальной стадии затвердевания стали, кристаллизовался при закалке в виде разветвленных дендритов твердого раствора, сильно отличающихся по своей дисперсности от фаз, образовавшихся при более низких температурах. Как видно из приведенных микрофотографий, закалочные дендриты имеют сложное строение и состоят из аустенита (как правило, полиморфного и кристаллизационного происхождения).

Необходимо отметить, что после нагрева до 1450°C измельчение дендритной структуры происходило уже на субмикроскопическом уровне. Изучение структуры при  $\times 500$  и выше показало наличие субграниц внутри дендритных ячеек (рис. 1,е).

Как известно [3], структура и свойства сплавов, полученных из жидкого состояния, существенно зависят от скорости их охлаждения.

Методами количественной металлографии были определены размеры структурных составляющих и скорость охлаждения при закалке от каждой температуры.

В результате установлено, что скорость охлаждения при закалке от 1200°C составляла 0,8K/c, от 1250°C – 2 K/c, от 1300°C – 0,8 K/c, от 1350°C – 10 K/c, от 1400°C -  $7 \cdot 10^1$  K/c и от 1450°C –  $10^2$  K/c.

Таким образом, повышение температуры нагрева и скорости охлаждения при закалке из области перитектического превращения способствует существенному измельчению структуры стали Р6М5, что приведет к повышению уровня ее механических свойств и эксплуатационных характеристик.

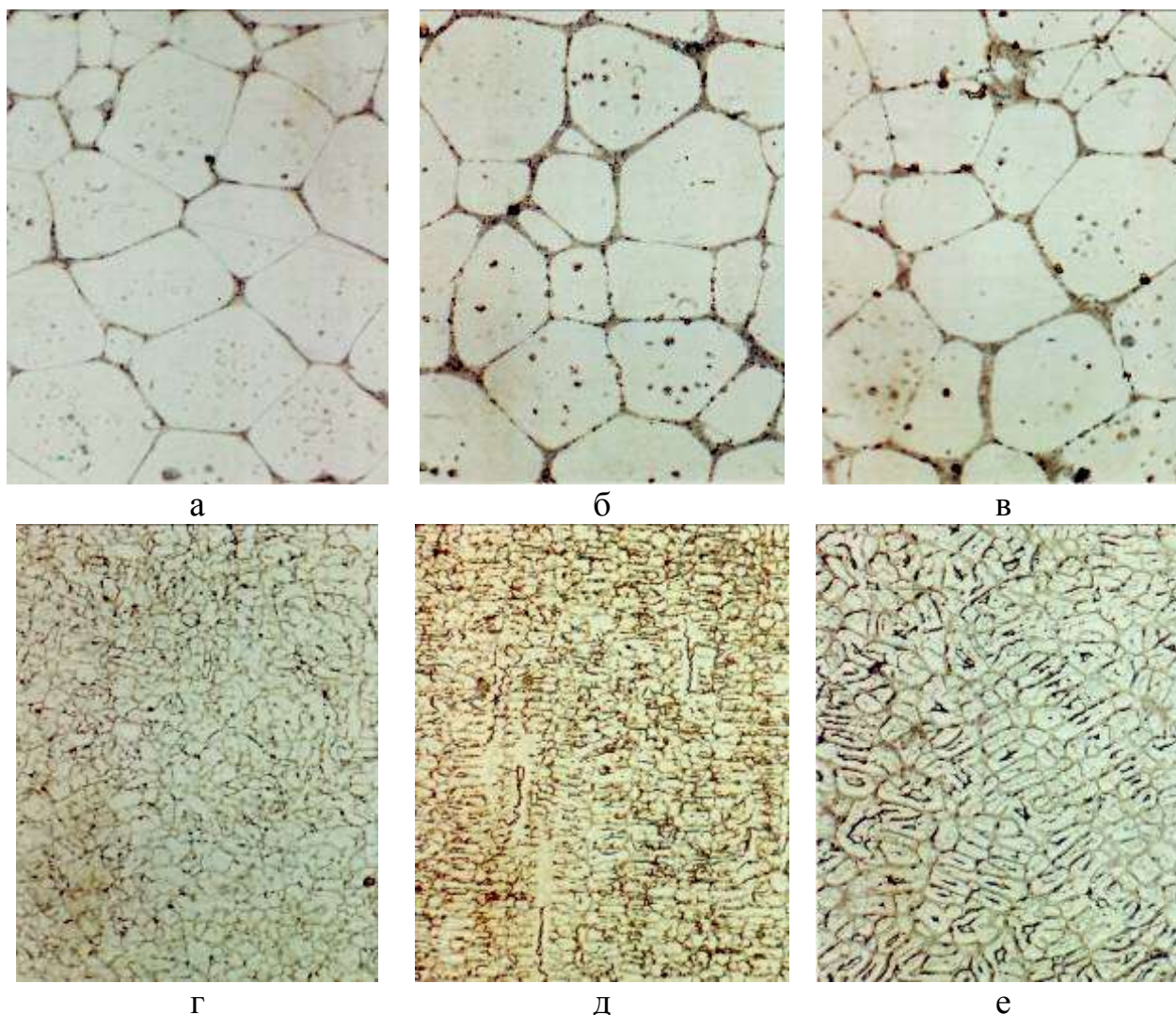


Рис. 2. Микроструктура стали Р6М5 после закалки из твердо-жидкого состояния от температур: а – 1200°С; б – 1250°С; в – 1300°С; г – 1350°С; д – 1400°С; е – 1450°С; х 500

#### Список использованных источников

1. Калинушкин Е.П. Перитектическая кристаллизация легированных сплавов на основе железа. // Днепропетровск. – «Пороги». – 2007. - 171 с.
2. Калинушкин Е.П., Василев Э.Я. Применение метода закалки из полужидкого состояния для изучения процесса кристаллизации быстрорежущих сталей // Закономерности формирования структуры сплавов эвтектического типа: Сб. материалов II Всесоюз. Научн.конф. – Днепропетровск: ДМетИ, 1982. – С.193-198.
3. Добаткин В.И. Закономерности быстрой кристаллизации как основа выбора составов гранулируемых сплавов. // В сб. Металлургия гранул.- М.: Всесоюзный институт легких сплавов. – 1988. С.11-22.